

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-340129

(43)Date of publication of application : 10.12.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
B41J 2/01
// G03F 7/16

(21)Application number : 10-148019

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 28.05.1998

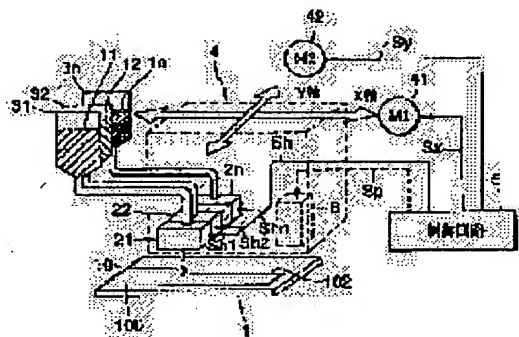
(72)Inventor : SEKI SHUNICHI
MIYASHITA SATORU
YUDASAKA KAZUO

(54) METHOD AND DEVICE FOR MANUFACTURING PATTERN

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To lower the manufacturing cost of a pattern by effectively utilizing a resist material which is a solute and reducing the man-hour required for fixing the resist material to a pattern forming surface by depositing the drops of fluidized materials prepared by dissolving the resist material in a solvent to the pattern forming surface, and solidifying the drops.

SOLUTION: Fluidized materials 11-1n prepared by dissolving a resist material in a solvent by the ink jet method are applied to the pattern forming surface 100 of a transparent electrode film. Then the resist pattern 102 formed on the surface 100 is solidified. Namely, a control circuit 5 heats the pattern 102 by supplying a control signal Sp to, for example, a solidifying device 6. The solidification is made with the purpose of improving the adhesion between the pattern 102 and surface 100 by evaporating the solvent. Usually, heat treatment is used for the solidification. For performing the heat treatment, the pattern 102 is irradiated with the high-energy laser light of an excimer laser, etc., or the light emitting from an excimer lamp, etc. It is also possible to use infrared rays or electromagnetic waves of microwaves, etc., for heating the pattern 102.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.06.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The pattern manufacture approach characterized by having the process which makes the drop of a fluid which dissolved in the solvent the resist ingredient which is the pattern manufacture approach for forming a resist pattern in a pattern formation side, and is a solute adhere to said pattern formation side.

[Claim 2] Said process is the pattern manufacture approach according to claim 1 made to adhere to said pattern formation side by making the drop of said fluid breathe out from an ink jet type head.

[Claim 3] Said process is the pattern manufacture approach according to claim 1 of changing the concentration of the resist ingredient in said fluid according to the conditions needed for said resist.

[Claim 4] Said process is the pattern

manufacture approach according to claim 1 of changing the coating weight of said drop in per unit area of said pattern formation side according to the conditions needed for said resist.

[Claim 5] The coating weight of said drop is the pattern manufacture approach according to claim 4 controlled by the count of adhesion of said drop in per unit area of said pattern formation side.

[Claim 6] The coating weight of said drop is the pattern manufacture approach according to claim 4 controlled by the pitch between said drops made to adhere to said pattern formation side.

[Claim 7] The coating weight of said drop is the pattern manufacture approach according to claim 4 controlled by the amount of said drop made to adhere at once.

[Claim 8] Said fluid is the pattern manufacture approach according to claim 1 that viscosity is adjusted to 20 or less cp by 1 or more cp, by adjusting the class or the amount of solvents of solute concentration and a solvent.

[Claim 9] Said fluid is the pattern manufacture approach according to claim 1 that viscosity is adjusted to 4 or less cp by 2 or more cp, by adjusting the class or the amount of solvents of solute concentration and a solvent.

[Claim 10] Said fluid is the pattern manufacture approach according to claim 1 that the surface energy is adjusted to 70 or less mN/m by 20 or more mN/m, by

adjusting the class or the amount of solvents of solute concentration and a solvent.

[Claim 11] Said fluid is the pattern manufacture approach according to claim 1 that the surface energy is adjusted to 60 or less mN/m by 30 or more mN/m.

[Claim 12] Said fluid is the pattern manufacture approach according to claim 2 which the contact angle over the ingredient which constitutes said head nozzle side is 30 degrees or more, and is adjusted so that it may become 170 or less degrees by adjusting the class or the amount of solvents of solute concentration and a solvent.

[Claim 13] Said fluid is the pattern manufacture approach according to claim 2 which the contact angle over the ingredient which constitutes said head nozzle side is 35 degrees or more, and is adjusted so that it may become 65 or less degrees by adjusting the class or the amount of solvents of solute concentration and a solvent.

[Claim 14] The solute concentration in said fluid is the pattern manufacture approach according to claim 8 to 13 currently adjusted to less than [10wt%] more than at 0.01wt%.

[Claim 15] The solvent in said fluid is the pattern manufacture approach according to claim 1 constituted with one or more solvents among a glycerol, a diethylene glycol, a methanol, ethanol, water, 1,3-dimethyl-2-imidazolidinone (DMI),

ethoxy ethanol, N,N-dimethylformamide (DMF), N-methyl pyrrolidone (NMP), or the ethylene glycol system ether.

[Claim 16] Said resist ingredient is the pattern manufacture approach according to claim 1 which is either among cinnamic acid vinyl, novolak system resin, polyimide, or an epoxy system.

[Claim 17] The pattern manufacture approach according to claim 1 further equipped with the process which is made to solidify the adhering drop and forms a resist pattern after the process to which the drop of said fluid is made to adhere, and the process which etches said pattern formation side in which said resist pattern was formed.

[Claim 18] The ink jet type head constituted by said pattern formation side possible [adhesion] in the drop of a fluid which dissolved in the solvent the resist ingredient which is a pattern manufacturing installation for forming a resist pattern in a pattern formation side, and is a solute, The transport device constituted possible [modification of the relative position of said ink jet type head and said pattern formation side], It has the control unit which controls the drive by the regurgitation and said driving gear of said fluid from said ink jet type head. Said control unit By making the drop of said fluid adhere to said pattern formation side from the ink jet type head concerned, moving said ink jet type head along the pattern formation field of

arbitration by said transport device The pattern manufacturing installation characterized by being constituted possible [formation of a resist pattern].

[Claim 19] It is the pattern manufacturing installation according to claim 18 constituted possible [modification of the concentration of the fluid which said ink jet type head is made to breathe out according to the conditions by which said control device is needed for said resist] by constituting said ink jet type head possible [the regurgitation] alternatively in said fluid with which the concentration of a resist ingredient differs.

[Claim 20] Said control device is a pattern manufacturing installation according to claim 18 constituted possible [modification of the coating weight of said fluid made to adhere to said pattern formation side according to the conditions needed for said resist].

[Claim 21] Said control unit is a pattern manufacturing installation according to claim 20 which changes the coating weight of said fluid made to adhere to said pattern formation side by controlling the count of the regurgitation of said drop which per unit area of said pattern formation side is made to breathe out.

[Claim 22] Said control device is a pattern manufacturing installation according to claim 20 which changes the coating weight of said fluid by changing the pitch between the drops adhering to

said pattern formation side, and making it adhere to said pattern formation side by controlling the regurgitation timing of said drop of said ink jet type head, and the bearer rate of said transport device.

[Claim 23] It is the pattern manufacturing installation according to claim 20 which said ink jet type head is constituted possible [modification of the amount of drops of said fluid breathed out by per time], and changes the coating weight of said fluid made to adhere to said pattern formation side when said control device controls the amount of drops of said fluid which said ink jet type head is made to breathe out.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the pattern manufacturing technology which cancels the demerit of the lithography method by starting the pattern formation to a substrate, especially using an ink jet method etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] The lithography method etc. has been used for manufacturing a minute circuit, for example, an integrated circuit, conventionally. For example,

fundamental down stream processing of the lithography method is indicated by a "thin film handbook", edited by Japan Society for the Promotion of Science, and pp 283-293. According to this reference, the sensitive material called a resist, for example on a silicon wafer is applied thinly, and the photo mask according to the circuit pattern created by photoengraving process on the resist is carried out. Subsequently, it exposes and the resist of the field where light is not intercepted with a photo mask is exposed, a development is performed and the resist pattern according to a circuit pattern is prepared on a silicon wafer. And it was what performs etching from on a resist pattern, removes silicon, and fabricates silicon as a pattern. According to the above-mentioned reference in spreading of a resist, the spinner method, a spray method, the roll coater method, and dip coating have been used. For example, according to the spinner method, a resist ingredient is applied, while carrying a substrate on a rotation base and rotating a substrate at high speed.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the resist formation process usually used by the lithography method, there was un-arranging [to which a resist ingredient becomes useless] -- that a process increases and a limit is imposed on a resist ingredient.

[0004] That is, in the conventional resist method of application, even if the fields used as the resist pattern of etching were very few, the resist ingredient had to be applied all over the field which forms a pattern, and the thickness control of a resist was also difficult. There was also a problem that the resist ingredient which 95% or more not only becomes useless [an ingredient], but leaked on the occasion of spreading turned to the background of a substrate etc. in the applying method by the spinner especially.

[0005] Moreover, by the conventional resist pattern formation approach, like resist spreading, a mask, exposure, development, and unnecessary resist removal, by the time it obtains a resist pattern, many production control is required, and the man day had started. And ingredients other than a resist -- the amount of photo mask material requires a negative film -- were also needed. When using screen-stencil and the blade method, a certain amount of ingredient waste could be prevented, but since there was no change in the thickness of a resist being the dyscontrol, the futility of a resist ingredient was fundamentally unsolvable. By the conventional approach, it was obliged to the futility of an ingredient, and the increment in a man day, and had become the cause of a jump of a manufacturing cost so that these things might show.

[0006] Furthermore, conventionally, since the resist needed to be exposed, the resist was restricted to the material which has photosensitivity and selection of an ingredient was restricted.

[0007] In view of above-mentioned un-arranging, these people have noticed that it can solve above-mentioned un-arranging entirely by using an ink jet method etc., and it hit on an idea to give a new selection branch to a pattern manufacturing technology.

[0008]

[Means for Solving the Problem] That is, the 1st technical problem of this invention is aiming at futility of a resist ingredient, and reduction of a man day, and lowering a manufacturing cost by the manufacture approach of preparing a resist locally. The 2nd technical problem of this invention is aiming at futility of a resist ingredient, and reduction of a man day, and lowering a manufacturing cost by offering the concrete alternative which adjusts the thickness of a resist. A resist is removing constraint it having to have photosensitivity and raising the selectivity of a resist by showing conditions for the 3rd technical problem of this invention preparing a resist locally. A resist is removing constraint it having to have photosensitivity and raising the selectivity of a resist by showing a presentation for the 4th technical problem of this invention preparing a resist locally. the 5th technical problem of

this invention prepares a resist locally -- this -- ** -- it is aiming at futility of a resist ingredient, and reduction of a man day, and lowering a manufacturing cost by offering the made manufacturing installation.

[0009] Invention which solves the 1st technical problem of the above is the pattern manufacture approach for forming a resist pattern in a pattern formation side, and is equipped with the process which makes the drop of a fluid which dissolved the resist ingredient which is a solute in the solvent adhere to said pattern formation side, and solidifies it. In addition, if patterning of the resist is carried out to a position and etching-proof nature is in a resist ingredient, the process of exposure and development can be skipped.

[0010] A "fluid" means the liquid equipped with the viscosity in which the regurgitation is possible from the nozzle of an ink jet type head here. The solvent of a "fluid" does not ask ** which is oiliness as it is aquosity. If it has from the nozzle etc. the fluidity (viscosity) in which the regurgitation is possible, even if it will be enough and the particle which is solid matter as a resist ingredient will distribute, what is necessary is just a fluid as a whole. Moreover, even if "pattern formation sides" is a flat surface, a curved surface, and a field to which a pattern is made to adhere regardless of concave convex any they are and is fields

where a substrate etc. is hard, they may be fields on a film with flexibility.

[0011] As for the above-mentioned process, it is desirable by making the drop of a fluid breathe out from an ink jet type head to make it adhere to a pattern formation side here. That is, although various kinds of approaches, such as various print processes, are applicable as an approach to which a fluid is made to adhere, it is because a fluid can be made to adhere to the location of the arbitration of a pattern formation side by the thickness of arbitration with a cheap facility according to the ink jet method. Even if it is the piezo jet method which makes a fluid breathe out by the volume change of a piezo electric crystal component as an ink jet method, when a steam occurs rapidly by impression of heat, you may be the method which makes a fluid breathe out.

[0012] Moreover, viscosity needs to be adjusted to 20 or less cp by 1 or more cp by adjusting the class or the amount of solvents of solute concentration and a solvent as conditions required of a fluid by invention which solves the 3rd technical problem of the above. It is because a solid content content will become [too little] and membrane formation nature will worsen, if viscosity is lower than 1cp, and is because the smooth regurgitation will not be made but the blinding frequency of a nozzle hole will become high, if viscosity is

higher than 20cp. It is more desirable that viscosity is furthermore adjusted to 4 or less cp by 2 or more cp. It is because membrane formation nature is good and the blinding frequency of a nozzle hole is low, if it is the viscosity of this range.

[0013] Moreover, the drop of a fluid needs to adjust the surface energy to 70 or less mN/m by 20 or more mN/m by adjusting the class or the amount of solvents of solute concentration and a solvent. It is because the wettability in the circumference of a nozzle hole will increase and the flight deflection of a drop will arise, if surface energy is lower than 20 mN/m, and is because the meniscus configuration in the tip of a nozzle is not stabilized, so control of discharge quantity or regurgitation timing will become difficult if surface energy is higher than 70 mN/m. It is desirable that surface energy is adjusted to 60 or less mN/m by 30 or more mN/m.

[0014] Moreover, the adhesion of a fluid and a pattern formation side can be measured according to a contact angle. By adjusting the class or the amount of solvents of solute concentration and a solvent, the contact angle over the ingredient which constitutes said head nozzle side is 30 degrees or more, and the fluid needs to be adjusted so that it may become 170 or less degrees. It is because the wettability in the circumference of a nozzle hole will increase and the flight deflection of a drop will occur, if a contact

angle is smaller than 30 degrees, and is because the meniscus configuration in the tip of a nozzle is not stabilized, so control of discharge quantity or regurgitation timing will become difficult if a contact angle is larger than 170 degrees. The contact angle over the ingredient which constitutes said head nozzle side especially is 35 degrees or more, and it is desirable to be adjusted so that it may become 65 or less degrees.

[0015] Moreover, as for the solute concentration in a fluid, it is desirable to be adjusted to less than [10wt%] more than at 0.01wt%. It is because the resist layer of sufficient thickness cannot be formed if solute concentration is lower than 0.01wt(s)%, and the regurgitation of a lot of fluids is not carried out, so viscosity will be raised to the extent that the regurgitation of a fluid is made difficult if effectiveness is bad and solute concentration is larger than 10wt(s)%.

[0016] For example, in invention which solves the 4th technical problem of the above, the solvent in a fluid is constituted by one or more solvents among a glycerol, a diethylene glycol, a methanol, ethanol, water or 1,3-dimethyl-2-imidazolidinone (DMI), ethoxy ethanol, N,N-dimethylformamide (DMF), N-methyl pyrrolidone (NMP), or the ethylene glycol system ether. It is because the above-mentioned conditions can be satisfied by mixing these solvents. The resist ingredient which is a solvent again

is either among cinnamic acid vinyl, novolak system resin, polyimide, or epoxy system resin. As long as it fulfills the above-mentioned conditions, of course and the resistance over the etchant at the time of etching is fulfilled, ingredients other than these may be used.

[0017] It consists of invention which solves the 2nd technical problem of the above so that the concentration of the resist ingredient in a fluid may be changed according to the conditions needed for a resist. Moreover, the coating weight of the drop in per unit area of a pattern formation side may be changed. As an approach to change the coating weight of a drop, control by the count of adhesion of the drop in per unit area of a pattern formation side, or it controls by the pitch between the drops made to adhere to a pattern formation side, or controls by the amount of the drop made to adhere at once.

[0018] Moreover, in this invention, it has further the process which is made to solidify the adhering drop and forms a resist pattern after the process to which the drop of a fluid is made to adhere, and the process which etches the pattern formation side in which the resist pattern was formed. Patterning of a substrate can be performed, if it combines with resist spreading of this invention and these processes are processed.

[0019] Invention which solves the 5th technical problem of the above is a

pattern manufacturing installation for forming a resist pattern in a pattern formation side, and is equipped with the following configurations.

[0020] a) The ink jet type head constituted by the pattern formation side possible [adhesion] in the drop of a fluid which dissolved the resist ingredient which is a solute in the solvent (the injection method by air bubbles is sufficient also as a piezo jet type).

[0021] b) The transport devices constituted possible [modification of the relative position of an ink jet type head and a pattern formation side] (a step motor, rotation-class leveling movement translator, etc.).

[0022] c) The control units which control the drive by the regurgitation and driving gear of a fluid from an ink jet type head (a computer, sequencer, etc.). This control device is constituted possible [formation of a resist pattern] by making the drop of a fluid adhere to a pattern formation side from the ink jet type head concerned, moving an ink jet type head along the pattern formation field of arbitration by the transport device.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. (Explanation of a configuration) The block diagram of the pattern manufacturing installation used for drawing 1 with this operation gestalt is

shown. This pattern formation equipment is equipped with the ink jet type heads 21-2n (n is the natural number of arbitration), Tanks 31-3n, the transport device 4, and the control circuit 5 as shown in drawing 1.

[0024] Fluids 11-1n dissolve the solute whose each is a resist ingredient in a solvent, and are manufactured. Each fluids 11-1n are stored in Tanks 31-3n, respectively, and if the pressure of an ink jet type heads [21-2n] pressurized room falls, each fluid will be supplied to the pressurized room of an ink jet type head from a tank.

[0025] As conditions required of each fluid, viscosity needs to be adjusted to 20 or less cp by 1 or more cp by adjusting the class or the amount of solvents of solute concentration and a solvent. It is because a solid content content will become [too little] and membrane formation nature will worsen, if viscosity is lower than 1cp, and is because the smooth regurgitation will not be made but the blinding frequency of a nozzle hole will become high, if viscosity is higher than 20cp. It is more desirable that viscosity is furthermore adjusted to 4 or less cp by 2 or more cp. It is because membrane formation nature is good and the blinding frequency of a nozzle hole is also low, if it is the viscosity of this range.

[0026] Moreover, the drop of a fluid needs to adjust the surface energy to 70 or less mN/m by 20 or more mN/m by adjusting

the class or the amount of solvents of solute concentration and a solvent. It is because the meniscus configuration in the tip of a nozzle is not stabilized, so control of discharge quantity or regurgitation timing will become difficult if the wettability in the circumference of a nozzle hole will increase if surface energy is lower than 20 mN/m, the flight deflection of a drop arises and surface energy is higher than 70 mN/m. It is desirable that surface energy is adjusted to 60 or less mN/m by 30 or more mN/m.

[0027] Moreover, the adhesion of a fluid and a pattern formation side can be measured according to a contact angle. By adjusting the class or the amount of solvents of solute concentration and a solvent, the contact angle over a pattern formation side is 30 degrees or more, and the fluid needs to be adjusted so that it may become 170 or less degrees. It is because the wettability in the circumference of a nozzle hole will increase and the flight deflection of a drop will arise, if a contact angle is smaller than 30 degrees, and since the meniscus configuration in the tip of a nozzle will not be stabilized if a contact angle is larger than 170 degrees, control of discharge quantity or regurgitation timing is difficult. The contact angle especially over a pattern formation side is 35 degrees or more, and it is desirable to be adjusted so that it may become 65 or less degrees.

[0028] Moreover, as for the solute concentration in a fluid, it is desirable to be adjusted to less than [10wt%] more than at 0.01wt%. It is because the resist layer of sufficient thickness cannot be formed if solute concentration is lower than 0.01wt(s)%, and the regurgitation of a lot of fluids is not carried out, so viscosity will be raised to the extent that the regurgitation of a fluid is made difficult if effectiveness is bad and solute concentration is larger than 10wt(s)%.

[0029] The example of a presentation of a resist ingredient (solute) and a solvent is shown in Table 1.

[0030]

[Table 1]

溶質 (レジスト材料)	溶媒
ケイ皮酸ビニル、ノボラック系樹脂、ポリイミドまたはエポキシ系樹脂等のうちいずれか	グリセリン、ジエチレングリコール、メタノール、エタノール、水または1, 3-ジメチル-2-イミダゾリジノン (DMI)、エトキシエタノール、N, N-ジメチルホルムアミド (DMF)、N-メチルピロリドン (NMP) またはエチレングリコール系エーテルのうち1以上

[0031] In Table 1, if nonphotosensitivity polyimide has etching-proof nature, it is usable from photosensitivity being unnecessary, and since it is possibility, the advantage of fluid-being easy to use is in DMF. Moreover, since novolak system resin may not have a sensitization radical, synthetic cost not only becomes low, but it has the merit that the width of face of

solvent selection spreads. Cinnamic acid vinyl and epoxy system resin are also effective at the same reason.

[0032] Moreover, a glycerol and a diethylene glycol can be used as lubricant. Water, a methanol, the Cellosolve system solvent, and a cyclohexanone are added to the above-mentioned solute, a solvent, lubricant, and a pan, and a physical-properties value is adjusted so that the physical conditions as the above-mentioned fluid may be suited. In addition, as long as it fulfills the above-mentioned conditions and the resistance over the etchant at the time of etching is fulfilled, ingredients other than the above may be used as a solute, a solvent, and lubricant.

[0033] The ink jet type heads 21-2n are equipped with the respectively same structure. Any head is constituted by the ink jet method possible [the regurgitation / a fluid], and it is enough. Fluid 1x from tank 3x (x is the number of the arbitration of 1 - n) are supplied to ink jet type head 2x due to one to one. If an ink jet type head is the piezo jet method of for example, a mold on demand, it equipped one field of the pressure room substrate equipped with two or more pressurized rooms with the diaphragm, and is equipped with the piezo electric crystal component from which the piezoelectric ceramic crystal was pinched by the electrode layer by the location corresponding to the pressurized room of

the diaphragm. The nozzle plate which prepared the nozzle hole is stuck on the field of another side of a pressure room substrate. The fluid which raises conductivity from a tank is supplied to a pressurized room. And if a volume change arises for a piezo electric crystal component by supplying the regurgitation signal Sh from a control circuit 5 between the electrode layers of a piezo electric crystal component, pressure variation will be produced in a pressurized room. If pressure variation is produced in a pressurized room, the drop of a fluid will be breathed out from a nozzle hole.

[0034] In addition, you may be a head configuration by cellular method which heat is applied [method] to the fluid other than the above-mentioned configuration with a heating element as [above-mentioned] ink jet type head 2x, and makes a drop breathe out by the expansion. However, it becomes conditions that fluid 1x do not deteriorate with heat etc.

[0035] Tanks 31-3n store the above-mentioned fluids 11-1n, respectively, and the ink jet type heads 21-2n constitute 11-1n of each fluid possible [supply] through the pipe. If a resist ingredient is limited to one kind, of course, it is not necessary to carry out two or more **** preparation also with a tank, an ink jet type head, and a fluid.

[0036] The transport device 4 is equipped

with the motor 41, the motor 42, and the rotation-class leveling movement translator that is not illustrated. The motor 41 is constituted by X shaft orientations (longitudinal direction of drawing 1) possible [conveyance] in ink jet type head 2x according to the driving signal Sx. The motor M2 is constituted by Y shaft orientations (the depth direction of drawing 1) possible [conveyance] in ink jet type head 2x according to the driving signal Sy. You may have the motor and the device which a head is conveyed in the vertical direction, i.e., Z shaft orientations. In addition, the transport device 4 is enough if it has relatively the configuration which can change for the location of ink jet type head 2x to a substrate 1. For this reason, even if it prepares the configuration to which the installation base of a substrate is moved so that the substrate 1 other than the above-mentioned configuration may move to ink jet type head 2x, the configuration to which both ink jet type head 2x substrates 1 are moved may be prepared.

[0037] A control circuit 5 is equipped with CPU which is a computer apparatus and is not illustrated, memory, an interface circuitry, etc. When a control circuit 5 performs a predetermined program, making the equipment concerned enforce the pattern manufacture approach of this invention is constituted possible. That is, in making the drop 10 of a fluid breathe

out, when supplying the regurgitation signals Sh1-Shn to ink jet type heads [21-2n] either and moving the head concerned, it is constituted by motors 41 or 42 possible [supply of driving signals Sx or Sy]. Moreover, the pattern positional information which is data for specifying pattern formation as memory is memorized in the control circuit 5. This information is inputted by the user, or is analyzed and generated by reading a pattern Fig. with a scanner etc.

[0038] In addition, when making solidification perform from ink jet type head 2x in parallel to fluid spreading to the drop 10 of a fluid, you may have the solidification equipment 6 further. Corresponding to the control signal Sp with which a solidification equipment 6 is supplied from a control circuit 5, physical and performing physicochemical and chemical preparation to a drop 10 or the pattern formation side 100 are constituted possible. For example, making heating / desiccation processing by blasting of hot blast, laser radiation, and lamp exposure and the chemical change processing by administration of a chemical perform is constituted possible.

[0039] (The manufacture approach) Next, based on drawing 3 thru/or drawing 7, the pattern manufacture approach of this operation gestalt is explained. In each drawing, (a) shows the production process sectional view of the substrate which forms a pattern, and (b) shows the top

view of the substrate seen from the pattern formation side. In the following explanation, the case where the transparent electrode film is formed in a glass substrate is illustrated. Such a substrate is used abundantly with a display panel. As shown in drawing 3 thru/or drawing 7, the pattern manufacture approach in this operation gestalt is constituted by an etched layer formation process, the fluid spreading process, the solidification process, the etching process, and the removal process.

[0040] Etched layer formation process (drawing 3): An etched layer formation process is a process which forms the transparent electrode layer 101 grade used as an etched layer on a substrate 1. A substrate 1 has a mechanical strength, has light transmission nature, and cuts a stable thing, for example, glass, and a quartz in a predetermined configuration physically and chemically. The transparent electrode film 101 becomes an electrode for supplying electric field to liquid crystal etc. What has conductivity and has light transmission nature as an ingredient of a transparent electrode, for example, ITO and a mesa, is used. The formation approach of the transparent electrode layer 101 uses various kinds of coating methods, such as the spinner method, a spray method, the roll coater method, and the die coat method. This process is processed with different coating equipment from the pattern

manufacturing installation of this invention.

[0041] Fluid spreading process (drawing 4): A fluid spreading process is a process which applies the fluids 11-1n which were applied to this invention and melted the resist ingredient to the solvent with the ink jet method on the pattern formation side 100 of the transparent electrode film 101. Concrete processing is shown in the flow chart of drawing 2.

[0042] A user inputs conditions into a control circuit 5 using an input unit first (S1). A control circuit 5 chooses the fluid (referred to as 10) which conforms to the inputted conditions, and specifies the ink jet type head 2 to which this fluid 10 is supplied. Of course, a user may choose either among Fluids 11-1n manually. It is also important to choose a resist ingredient so that a resist pattern may not be destroyed under the etchant used at an etching process (drawing 6 R> 6), or etching conditions.

[0043] Subsequently, a user specifies the coating weight of a fluid as a control circuit 5 using an input unit (S2). For example, it specifies by the thickness of a resist layer to form. A control circuit 5 determines the driving signals S_x and S_y supplied to the regurgitation signal S_h supplied to the ink jet type head 2 according to assignment of this coating weight, or a transport device 4. That is, the pitch between the drops of the fluid on the count and pattern formation side

where a drop is breathed out by per the amount of drops of the fluid 10 breathed out by per time from the ink jet type head 2 and unit area is defined so that it may adhere to a fluid in the coating weight specified by the user. The amount of drops of the fluid breathed out by per time can be controlled by the electrical potential difference of the regurgitation signal Sh added to ink jet type record 2 head, when a piezo electric crystal component has an electrical-potential-difference dependency in a volume change. The count by which a drop is breathed out by per unit area is decided by the correlation of the bearer rate of the ink jet type head 2, and the fluid regurgitation frequency from the ink jet type head 2. The pitch between the drops of the fluid on a pattern formation side is also decided by same relation.

[0044] Subsequently, the control circuit 5 is made to adhere in the coating weight which had the fluid specified as a pattern configuration with reference to pattern positional information (S3-S10). As pattern positional information is shown in drawing 8 R> 8, the starting point of a pattern, a target point, and a terminal point are set up as a set of a coordinate value for every pattern. The 1st pattern P1 shown in drawing 8 (a) serves as continuation of a segment, and the target points P10-P15 are set as the top-most vertices of a segment. The control circuit

5 breathes out the fluid in accordance with the segment at the time of pattern formation, conveying the ink jet type head 2 in accordance with the segment of a certain target point and following target point. Moreover, about the curvilinear pattern, as pattern positional information, a curve is divided into the set of a short segment and the target point is set as the top-most vertices. For example, by the curvilinear pattern P2 shown in drawing 8 (b), the target points P20-P27 are set up so that a pattern may be mostly formed along with a curve. By the area pattern P3 furthermore shown in drawing 8 (c), by making a head go, the target points P30-P43 are set up so that a fluid can be applied to the whole field.

[0045] Based on the above-mentioned pattern positional information, a control circuit 5 reads starting point positional information, and conveys the ink jet type head 2 to up to a starting point location (S3). Subsequently, the target point of one beyond is read and the regurgitation of a fluid is started by (S4) and the regurgitation frequency of the drop 10 which was set up or was judged (S5). And conveyance of the ink jet type head 2 is started (S6). If conveyance of the ink jet type head 2 is continued (S6) and a target coordinate is reached unless a target coordinate is reached (S7:NO) (S7:YES), the following target point will be set up further or it will be judged for a pattern whether it is termination (S9). As long as

the pattern is continuing (S9:NO), the regurgitation of a fluid 10 and conveyance of a head are continued (S4-S7). If a pattern is completed, it will be inspected whether there is any pattern to which a fluid should be made to adhere otherwise (S10). When there are other patterns, formation of (S10:YES) and its pattern is performed (S3-S9).

[0046] Of the above processing, the resist pattern 102 the fluid 10 carried out [the resist pattern] optimum dose adhesion is formed on the pattern formation side 100. A total of four patterns are formed in drawing 4 (b). Pattern formation is carried out so that the round trip of the ink jet type head 2 may be repeated in the case of the pattern which is not a line, or a pattern with wide width of face and it may become desired width of face.

[0047] Solidification process (drawing 5) : A solidification process is a process which solidifies the resist pattern 102 formed on the pattern formation side 100. A control circuit 5 supplies a control signal Sp to a solidification equipment 6, and heats a resist pattern 102. Solidification evaporates a solvent component and aims at raising adhesion with a pattern formation side. Usually, heat-treatment is common. It is not necessary to divide into prebaking (predrying) and postbake like before, and to process, and a solvent component can be evaporated at a stretch and adhesion can be raised. In order to heat-treat, high

energy laser beams, such as excimer laser, are irradiated, or an excimer lamp etc. is irradiated. Moreover, electromagnetic waves, such as infrared radiation and microwave, may be supplied and heated. Moreover, a substrate may be taken out from this pattern manufacturing installation, and you may heat directly with an electric furnace etc. As solidification, the chemical preparation other than heat-treatment is applicable. That is, it is the approach of depositing a solid compound and using as a pattern by applying to a pattern in piles a resist ingredient and a compound which triggers a chemical reaction by the ink jet method. In addition, it may carry out irradiating a laser beam one by one etc. to the resist pattern with which the adhesion activity ended in parallel to the adhesion activity of a fluid, and solidification may be performed. Of the above solidification, the resist pattern 102 which the resist ingredient solidified is formed. If this processing finishes, even if it will lean a substrate-1, a pattern does not collapse.

[0048] Etching processing (drawing 6) : An etching process is a process which performs etching from on a resist pattern 102, and etches the etched layer 101 into the configuration of a resist pattern. According to the ingredient of an etched layer, the well-known etching methods, such as wet etching and dry etching, are applied to the etching approach. For

example, if a transparent electrode is etched, fluoric acid etc. will be used for etchant. The transparent electrode film 101 is removed by this etching process as a resist pattern 102.

[0049] Removal process (drawing 7) : A removal process is a process which removes the resist pattern which became unnecessary from the substrate which etching ended. Since a resist pattern 102 is unnecessary if etching finishes, a solvent which melts a resist ingredient removes a resist pattern. For example, it is immersed in strong acid, such as a remover [which uses as a principal component the phenol heated from 120 degrees C to 130 degrees C, and the organic solvent of a halogen system], heat concentrated-sulfuric-acid, fuming-nitric-acid, and sulfuric-acid-hydrogen peroxide, and exfoliates.

[0050] Since a resist ingredient can be locally prepared with an ink jet method according to this operation gestalt as mentioned above, there is little waste of a resist ingredient. Moreover, since the coating weight of a resist ingredient is controllable per drop, a resist ingredient is not used superfluously. Since a resist ingredient does not furthermore need to be photosensitivity, it is also possible to use the ingredient which was not able to be used conventionally as a resist ingredient.

[0051] (Other modifications) it is not

based on the above-mentioned operation gestalt, but this invention can be deformed and applied to versatility. For example, although patterning of the transparent electrode film was carried out to substrates, such as glass, at the above-mentioned process, this invention can be applied to all the pattern formation conventionally formed with lithography, without adhering to this. For example, it can form by applying to patterning of the substrate which lays discrete part, or a semiconductor circuit, without taking semi-conductors, such as an assembly substrate, IC, and LSI, and a low manufacturing cost taking complicated production control with a small facility. The pattern furthermore formed in a pattern formation side may be formed in a pattern formation side not only for an electrical circuit but for the mechanical *****-[again] purpose. It is because the advantage of the ink jet method that a detailed pattern can be easily formed with a cheap facility can be made to enjoy as it is. For example, it is applicable also to the alphabetic character formation using the special ingredient which was being conventionally performed with the airline printer.

[0052] Moreover, surface treatment processing may be beforehand performed to a pattern formation side before the regurgitation of the fluid by the above-mentioned ink jet method. The

adhesion of a fluid improves by surface treatment. For example, well-known various approaches, such as the approach to which a reverse spatter is applied with the approach of applying a silane coupling agent according to the existence of the polar molecule of a fluid as processing which carries out surface treatment so that a pattern formation side may be equipped with compatibility, an argon, etc., corona discharge treatment, plasma treatment, UV irradiation processing, ozonization, and cleaning processing, are applied. When a fluid does not contain a polar molecule, well-known various approaches, such as the approach to which a reverse spatter is applied with the approach of forming porous membrane, such as the approach and aluminum oxide which apply a silane coupling agent, and a silica, an argon, etc., corona discharge treatment, plasma treatment, UV irradiation processing, ozonization, and cleaning processing, can be applied.

[0053]

[Effect of the Invention] Since it had the process which prepares a resist locally according to this invention, compared with the case where lose the futility of a resist ingredient and it carries out by the lithography method, a man day can be reduced sharply, and, thereby, a manufacturing cost can be lowered.

[0054] Since the concrete alternative which adjusts the thickness of a resist

was shown according to this invention, by thinking about the approach that it is most suitable out of these approaches, futility of a resist ingredient and reduction of a man day can be aimed at, and a manufacturing cost can be lowered.

[0055] Since the conditions of the fluid for preparing a resist locally were shown according to this invention, if it is the range which fulfills this condition, it becomes usable as a resist and a limit of resist selection can be expanded.

[0056] According to this invention, the room of the resist selection in a user is expandable by showing the presentation for preparing a resist locally concretely.

[0057] according to this invention, a resist is prepared locally -- this -- ** -- since the made manufacturing installation was offered, if resist formation is performed using this equipment, futility of a resist ingredient and reduction of a man day can be aimed at, and a manufacturing cost can be lowered.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram of the pattern manufacturing installation in the operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is a flow chart explaining

the pattern manufacture approach in an operation gestalt.

[Drawing 3] It is the explanatory view of an etched layer formation process, and (a) is a substrate sectional view and (b) is a substrate top view.

[Drawing 4] It is the explanatory view of a fluid adhesion process, and (a) is a substrate sectional view and (b) is a substrate top view.

[Drawing 5] It is the explanatory view of a solidification process, and (a) is a substrate sectional view and (b) is a substrate top view. It is a regurgitation process at the time of using the fluid containing a particle.

[Drawing 6] It is the explanatory view of an etching process, and (a) is a substrate sectional view and (b) is a substrate top view. It is a heating process at the time of using the fluid containing a particle.

[Drawing 7] It is the explanatory view of a removal process, and (a) is a substrate sectional view and (b) is a substrate top view. It is an adhesion film formation process at the time of using adhesives.

[Drawing 8] It is the explanatory view of pattern positional information.

[Description of Notations]

1 -- Substrate

2, 2x, 21-2n -- Ink jet type head

3, 3x, 31-3n -- Processor

4 -- Transport device

5 -- Control circuit

6 -- Solidification equipment

1x, 11-1n -- Fluid (pattern formation

ingredient)

100 -- Pattern formation side

101 -- Transparent electrode film

102 -- Resist pattern

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-340129

(43)公開日 平成11年(1999)12月10日

(51)Int.Cl.⁶ 識別記号

H 0 1 L 21/027

B 4 1 J 2/01

// G 0 3 F 7/16 5 0 1

F I

H 0 1 L 21/30

G 0 3 F 7/16

B 4 1 J 3/04

5 6 4 Z

5 0 1

1 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平10-148019

(22)出願日 平成10年(1998) 5月28日

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

(72)発明者 関 俊一

長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 宮下 悟

長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 湯田坂 一夫

長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

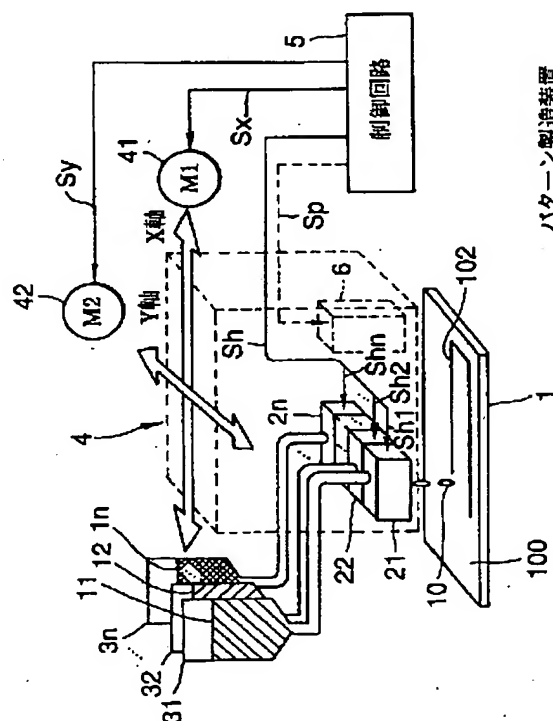
(74)代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外 2 名)

(54)【発明の名称】 パターン製造方法およびパターン製造装置

(57)【要約】

【課題】 リソグラフィ法におけるレジストパターン形成工程の欠点を排除する。

【解決手段】 溶質であるレジスト材料を溶媒に溶解させて流動体(11-1n)を製造する。この流動体をインクジェット式ヘッド(21-2n)からパターン形成面(100)に吐出させる。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 パターン形成面にレジストパターンを形成するためのパターン製造方法であって、溶質であるレジスト材料を溶媒に溶解させた流動体の液滴を前記パターン形成面に付着させる工程を備えていることを特徴とするパターン製造方法。

【請求項2】 前記工程は、前記流動体の液滴をインクジェット式ヘッドから吐出させることにより前記パターン形成面に付着させる請求項1に記載のパターン製造方法。

【請求項3】 前記工程は、前記レジストに必要とされる条件に応じて前記流動体におけるレジスト材料の濃度を変更する請求項1に記載のパターン製造方法。

【請求項4】 前記工程は、前記レジストに必要とされる条件に応じて前記パターン形成面の単位面積当たりにおける前記液滴の付着量を変更する請求項1に記載のパターン製造方法。

【請求項5】 前記液滴の付着量は、前記パターン形成面の単位面積当たりにおける前記液滴の付着回数により制御される請求項4に記載のパターン製造方法。

【請求項6】 前記液滴の付着量は、前記パターン形成面に付着させる前記液滴間のピッチにより制御される請求項4に記載のパターン製造方法。

【請求項7】 前記液滴の付着量は、一回に付着させる前記液滴の量により制御される請求項4に記載のパターン製造方法。

【請求項8】 前記流動体は、溶質濃度、溶媒の種類または溶媒量を調整することにより粘度が1 c p以上で20 c p以下に調整されている請求項1に記載のパターン製造方法。

【請求項9】 前記流動体は、溶質濃度、溶媒の種類または溶媒量を調整することにより粘度が2 c p以上で4 c p以下に調整されている請求項1に記載のパターン製造方法。

【請求項10】 前記流動体は、溶質濃度、溶媒の種類または溶媒量を調整することによりその表面エネルギーが20 mN/m以上で70 mN/m以下に調整されている請求項1に記載のパターン製造方法。

【請求項11】 前記流動体は、その表面エネルギーが30 mN/m以上で60 mN/m以下に調整されている請求項1に記載のパターン製造方法。

【請求項12】 前記流動体は、溶質濃度、溶媒の種類または溶媒量を調整することにより前記ヘッドノズル面を構成する材料に対する接触角が30度以上で170度以下になるように調整されている請求項2に記載のパターン製造方法。

【請求項13】 前記流動体は、溶質濃度、溶媒の種類または溶媒量を調整することにより前記ヘッドノズル面を構成する材料に対する接触角が35度以上で65度以下になるよう調整されている請求項2に記載のパターン

製造方法。

【請求項14】 前記流動体における溶質濃度は0.01 wt %以上で10 wt %以下に調整されている請求項8乃至請求項13に記載のパターン製造方法。

【請求項15】 前記流動体における溶媒は、グリセリン、ジエチレングリコール、メタノール、エタノール、水、1,3-ジメチル-2-イミダゾリジノン(DM I)、エトキシエタノール、N,N-ジメチルホルムアミド(DMF)、N-メチルピロリドン(NMP)またはエチレングリコール系エーテルのうち1以上の溶媒により構成されている請求項1に記載のパターン製造方法。

【請求項16】 前記レジスト材料は、ケイ皮酸ビニル、ノボラック系樹脂、ポリイミドまたはエポキシ系のうちいずれかである請求項1に記載のパターン製造方法。

【請求項17】 前記流動体の液滴を付着させる工程の後に、付着した液滴を固化させレジストパターンを形成する工程と、

前記レジストパターンが形成された前記パターン形成面をエッチングする工程と、をさらに備える請求項1に記載のパターン製造方法。

【請求項18】 パターン形成面にレジストパターンを形成するためのパターン製造装置であって、溶質であるレジスト材料を溶媒に溶解させた流動体の液滴を前記パターン形成面に付着可能に構成されたインクジェット式ヘッドと、

前記インクジェット式ヘッドと前記パターン形成面との相対位置を変更可能に構成される搬送装置と、

前記インクジェット式ヘッドからの前記流動体の吐出および前記駆動装置による駆動を制御する制御装置と、を備え、

前記制御装置は、前記搬送装置により前記インクジェット式ヘッドを任意のパターン形成領域に沿って移動させながら当該インクジェット式ヘッドから前記流動体の液滴を前記パターン形成面に付着させることによりレジストパターンを形成可能に構成されていることを特徴とするパターン製造装置。

【請求項19】 前記インクジェット式ヘッドは、レジスト材料の濃度が異なる前記流動体を選択的に吐出可能に構成され、前記制御装置は、前記レジストに必要とされる条件に応じて前記インクジェット式ヘッドに吐出させる流動体の濃度を変更可能に構成される請求項18に記載のパターン製造装置。

【請求項20】 前記制御装置は、前記レジストに必要とされる条件に応じて前記パターン形成面に付着させる前記流動体の付着量を変更可能に構成される請求項18に記載のパターン製造装置。

【請求項21】 前記制御装置は、前記パターン形成面の単位面積当たりに吐出させる前記液滴の吐出回数を制

(3)

3

御することにより前記パターン形成面に付着させる前記流動体の付着量を変更する請求項20に記載のパターン製造装置。

【請求項22】 前記制御装置は、前記インクジェット式ヘッドの前記液滴の吐出タイミングと前記搬送装置の搬送速度を制御することにより前記パターン形成面に付着する液滴間のピッチを変えて前記パターン形成面に付着させることにより前記流動体の付着量を変更する請求項20に記載のパターン製造装置。

【請求項23】 前記インクジェット式ヘッドは、一回10 当たりに吐出される前記流動体の液滴量を変更可能に構成され、前記制御装置は、前記インクジェット式ヘッドに吐出させる前記流動体の液滴量を制御することにより前記パターン形成面に付着させる前記流動体の付着量を変更する請求項20に記載のパターン製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は基板に対するパターン形成に係り、特にインクジェット方式等を利用することによってリソグラフィ法のデメリットを解消するパター10 ン製造技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、微小な回路、例えば集積回路を製造するにはリソグラフィ法等が使用されてきた。例えば「薄膜ハンドブック」、日本学術振興会編、pp283-293にはリソグラフィ法の基本的な処理工程が開示されている。この文献によれば、例えばシリコンウェハ上にレジストと呼ばれる感光材料を薄く塗布し、レジストの上に写真製版で作成した回路パターンに応じたホトマスクをする。次いで露光してホトマスクで光が遮断されていない領域のレジストを感光し、現像処理を行って回路パター15 ンに応じたレジストパターンをシリコンウェハ上に設ける。そしてレジストパターン上からエッチングを行ってシリコンを除去しパターン通りにシリコンを成形するものであった。レジストの塗布は、上記文献によればスピナー法、スプレー法、ロールコーター法、浸漬法が使用されてきた。例えばスピナー法によれば、回転台上に基板を載せ、基板を高速で回転させながらレジスト材料を塗布していくというものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしリソグラフィ法で通常用いられてきたレジスト形成工程では、レジスト材料が無駄になる、工程が多くなる、レジスト材料に制限が課せられる等の不都合があった。

【0004】すなわち従来のレジスト塗布方法では、エッチングのレジストパターンとなる領域が極僅かであってもパターンを形成する面の全面にレジスト材料を塗布せざるを得なく、またレジストの膜厚制御も困難であった。特に、スピナーによる塗布法においては、材料の95%以上が無駄になるだけでなく塗布の際に漏れたレジ20

4

スト材料が基板の裏側などにも回り込むという問題もあった。

【0005】また従来のレジストパターン形成方法では、レジスト塗布、マスク、露光、現像、不要なレジスト除去というように、レジストパターンを得るまでに多くの工程管理が必要であり工数がかかっていた。しかもホトマスク材量はネガフィルムを要するなどレジスト以外の材料も必要とされていた。スクリーン印刷やブレード法を使用すればある程度の材料浪費を防げるが、レジストの厚みが制御困難であることに変化がないため、レジスト材料の無駄を根本的に解決することはできなかった。これらのことから判るように、従来の方法では材料の無駄と工数の増加を余儀なくされ、製造原価の高騰の原因になっていた。

【0006】さらに従来はレジストを露光する必要があったので、感光性を有する素材にレジストが限られ材料の選択が制限されていた。

【0007】上記不都合に鑑み、本出願人はインクジェット方式等を使用することにより上記不都合を悉く解決可能であることに気づき、パターン製造技術に新たな選択枝を与えることに想到した。

【0008】

【課題を解決するための手段】すなわち本発明の第1の課題は、レジストを局所的に設ける製造方法により、レジスト材料の無駄と工数の削減を図り、製造原価を下げることである。本発明の第2の課題は、レジストの厚みを調整する具体的な選択枝を提供することにより、レジスト材料の無駄と工数の削減を図り、製造原価を下げることである。本発明の第3の課題は、レジストを局所的に設けるための条件を提示することにより、レジストは感光性を有しなければならないという制約を取り払い、レジストの選択性を向上させることである。本発明の第4の課題は、レジストを局所的に設けるための組成を提示することにより、レジストは感光性を有しなければならないという制約を取り払い、レジストの選択性を向上させることである。本発明の第5の課題は、レジストを局所的に設けるこのとできる製造装置を提供することにより、レジスト材料の無駄と工数の削減を図り、製造原価を下げることである。

40 【0009】上記第1の課題を解決する発明は、パターン形成面にレジストパターンを形成するためのパターン製造方法であって、溶質であるレジスト材料を溶媒に溶解させた流動体の液滴を前記パターン形成面に付着させて固化させる工程を備えている。なお、レジストが所定の位置にパターンニングされ、レジスト材料に耐エッチング性があれば、露光・現像という工程を省くことができる。

【0010】ここで「流動体」とは、インクジェット式ヘッドのノズルから吐出可能な粘度を備えた液体をいう。「流動体」の溶媒は水性であると油性であるとを問

(4)

5

わない。ノズル等から吐出可能な流動性（粘度）を備えていれば十分で、レジスト材料として固体物質である微粒子が分散していても全体として流動体であればよい。また「パターン形成面」とは、平面、曲面、凹凸状のいずれであるかを問わずパターンを付着させる面であり、基板等の硬い面であっても可撓性のあるフィルム上の面であってもよい。

【0011】ここで上記工程は、流動体の液滴をインクジェット式ヘッドから吐出させることによりパターン形成面に付着させることが好ましい。すなわち、流動体を付着させる方法としては各種印刷法等各種の方法を適用できるが、インクジェット方式によれば、安価な設備でパターン形成面の任意の場所に任意の厚さで流動体を付着させることができるからである。インクジェット方式としては、圧電体素子の体積変化により流動体を吐出させるピエゾジェット方式であっても、熱の印加により急激に蒸気が発生することにより流動体を吐出させる方式であってもよい。

【0012】また上記第3の課題を解決する発明では、流動体に要求される条件として、溶質濃度、溶媒の種類または溶媒量を調整することにより粘度が1 c p以上で20 c p以下に調整されている必要がある。粘度が1 c pより低いと固形分含有量が過少となり成膜性が悪くなるからであり、粘度が20 c pより高いと円滑な吐出ができずノズル穴の目詰まり頻度が高くなるからである。さらに粘度が2 c p以上で4 c p以下に調整されていることがより好ましい。この範囲の粘度であれば成膜性がよくノズル穴の目詰まり頻度が低いからである。

【0013】また流動体の液滴は、溶質濃度、溶媒の種類または溶媒量を調整することによりその表面エネルギーが20 mN/m以上で70 mN/m以下に調整されていることが必要である。20 mN/mより表面エネルギーが低いとノズル穴周辺での濡れ性が増大し、液滴の飛行曲がりが生ずるからであり、70 mN/mより表面エネルギーが高いとノズル先端でのメニスカス形状が安定しないため、吐出量や吐出タイミングの制御が困難になるからである。表面エネルギーが30 mN/m以上で60 mN/m以下に調整されていることが好ましい。

【0014】また流動体とパターン形成面との密着性は接触角により測定できる。流動体は、溶質濃度、溶媒の種類または溶媒量を調整することにより前記ヘッドノズル面を構成する材料に対する接触角が30度以上で170度以下になるように調整されている必要がある。接触角が30度より小さいとノズル穴周辺での濡れ性が増大し、液滴の飛行曲がりが発生するからであり、接触角が170度より大きいとノズル先端でのメニスカス形状が安定しないため、吐出量や吐出タイミングの制御が困難になるからである。特に前記ヘッドノズル面を構成する材料に対する接触角が35度以上で65度以下になるよう調整されていることが好ましい。

6

【0015】また流動体における溶質濃度は0.01 wt %以上で10 wt %以下に調整されていることが好ましい。溶質濃度が0.01 wt %より低いと多量の流動体を吐出しなければ十分な厚みのレジスト層を形成できないので効率が悪く、溶質濃度が10 wt %より大きいと、流動体の吐出を困難にするくらいに粘度を高めてしまうからである。

【0016】例えば上記第4の課題を解決する発明において、流動体における溶媒は、グリセリン、ジエチレングリコール、メタノール、エタノール、水または1, 3-ジメチル-2-イミダゾリジノン (DMI)、エトキシエタノール、N, N-ジメチルホルムアミド (DMF)、N-メチルピロリドン (NMP) またはエチレングリコール系エーテルのうち1以上の溶媒により構成されている。これらの溶剤を混ぜることにより上記条件を満足させることができるからである。また溶媒であるレジスト材料は、ケイ皮酸ビニル、ノボラック系樹脂、ポリイミドまたはエポキシ系樹脂のうちいずれかである。もちろん上記条件を充たしエッチング時におけるエッチャントに対する耐性を充たす限り、これら以外の材料を用いてもよい。

【0017】上記第2の課題を解決する発明では、レジストに必要とされる条件に応じて流動体におけるレジスト材料の濃度を変更するように構成されている。また、パターン形成面の単位面積当たりにおける液滴の付着量を変更してもよい。液滴の付着量の変える方法としては、パターン形成面の単位面積当たりにおける液滴の付着回数により制御したり、パターン形成面に付着させる液滴間のピッチにより制御したり、一回に付着させる液滴の量により制御したりする。

【0018】また本発明では、流動体の液滴を付着させる工程の後に、付着した液滴を固化させレジストパターンを形成する工程と、レジストパターンが形成されたパターン形成面をエッチングする工程と、をさらに備える。本発明のレジスト塗布と併せてこれら工程を処理すれば基板のパターニングが行える。

【0019】上記第5の課題を解決する発明は、パターン形成面にレジストパターンを形成するためのパターン製造装置であって、以下の構成を備える。

【0020】a) 溶質であるレジスト材料を溶媒に溶解させた流動体の液滴をパターン形成面に付着可能に構成されたインクジェット式ヘッド（ピエゾジェット式でも気泡による噴射方式でもよい）。

【0021】b) インクジェット式ヘッドとパターン形成面との相対位置を変更可能に構成される搬送装置（ステップモータと回転運動-水平運動変換機構など）。

【0022】c) インクジェット式ヘッドからの流動体の吐出および駆動装置による駆動を制御する制御装置（コンピュータやシーケンサなど）。この制御装置は、搬送装置によりインクジェット式ヘッドを任意のパター

(5)

ン形成領域に沿って移動させながら当該インクジェット式ヘッドから流動体の液滴をパターン形成面に付着させることによりレジストパターンを形成可能に構成されている。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施の形態を、図面を参照して説明する。

（構成の説明）図1に、本実施形態で使用するパターン製造装置の構成図を示す。本パターン形成装置は、図1に示すように、インクジェット式ヘッド21～2n（nは任意の自然数）、タンク31～3n、搬送装置4および制御回路5を備えている。

【0024】流動体11～1nはそれぞれがレジスト材料である溶質を溶媒に溶解させて製造されている。各流動体11～1nはそれぞれタンク31～3nに貯蔵されており、インクジェット式ヘッド21～2nの加圧室の圧力が下がると各流動体がタンクからインクジェット式ヘッドの加圧室へと供給されるようになっている。

【0025】各流動体に要求される条件として、溶質濃度、溶媒の種類または溶媒量を調整することにより粘度が1cP以上で20cP以下に調整されている必要がある。粘度が1cPより低いと固形分含有量が過少となり、成膜性が悪くなるからであり、粘度が20cPより高いと円滑な吐出ができずノズル穴の目詰まり頻度が高くなるからである。さらに粘度が2cP以上で4cP以下に調整されていることがより好ましい。この範囲の粘度であれば成膜性がよく、ノズル穴の目詰まり頻度も低いからである。

【0026】また流動体の液滴は、溶質濃度、溶媒の種類または溶媒量を調整することによりその表面エネルギーが20mN/m以上で70mN/m以下に調整されていることが必要である。20mN/mより表面エネルギーが低いとノズル穴周辺での濡れ性が増大し、液滴の飛行曲がりが生じ、70mN/mより表面エネルギーが高いとノズル先端でのメニスカス形状が安定しないため、吐出量や吐出タイミングの制御が困難になるからである。表面エネルギーが30mN/m以上で60mN/m以下に調整されていることが好ましい。

【0027】また流動体とパターン形成面との密着性は接触角により測定できる。流動体は、溶質濃度、溶媒の種類または溶媒量を調整することによりパターン形成面に対する接触角が30度以上で170度以下になるように調整されている必要がある。接触角が30度より小さいとノズル穴周辺での濡れ性が増大し液滴の飛行曲がりが生ずるからであり、接触角が170度より大きいとノズル先端でのメニスカス形状が安定しないため、吐出量や吐出タイミングの制御が困難である。特にパターン形成面に対する接触角が35度以上で65度以下になるよう調整されていることが好ましい。

【0028】また流動体における溶質濃度は0.01wt%以上で10wt%以下に調整されていることが好ましい。溶質濃度が0.01wt%より低いと多量の流動体を吐出しなければ十分な厚みのレジスト層を形成できないので効率が悪く、溶質濃度が10wt%より大きいと、流動体の吐出を困難にするくらいに粘度を高めてしまうからである。

【0029】表1に、レジスト材料（溶質）と溶媒の組成例を示す。

【0030】

【表1】

溶質（レジスト材料）	溶媒
ケイ皮酸ビニル、ノボラック系樹脂、ポリイミドまたはエポキシ系樹脂等のうちいずれか	グリセリン、ジエチレングリコール、メタノール、エタノール、水または1,3-ジメチル-2-イミダゾリジノン（DMI）、エトキシエタノール、N,N-ジメチルホルムアミド（DMF）、N-メチルピロリドン（NMP）またはエチレングリコール系エーテルのうち1以上

【0031】表1において、例えば非感光性ポリイミドは、耐エッチング性があれば感光性が不要であることから使用可能であり、DMFに可能性であるため流動体化し易いという利点がある。また、ノボラック系樹脂は、感光基がなくてもよいから、合成コストが低くなるだけでなく、溶媒選択の幅が広がるというメリットがある。同様の理由で、ケイ皮酸ビニルやエポキシ系樹脂も有効である。

【0032】また、潤滑材としては、グリセリンやジエ

チレングリコールを使用できる。上記溶質と溶媒、潤滑材、さらに水、メタノール、セルソルブ系溶媒、シクロヘキサノンを添加して、上記流動体としての物理条件に適合するように、物性値を調整する。なお、上記条件を充たしエッチング時におけるエッチャントに対する耐性を充たす限り溶質や溶媒、潤滑材として上記以外の材料を用いてもよい。

【0033】インクジェット式ヘッド21～2nはそれぞれ同一の構造を備える。いずれのヘッドも、インクジ

(6)

9

ェット方式により流動体を吐出可能に構成されていれば十分である。タンク3x (xは1~nの任意の数)からの流動体1xがインクジェット式ヘッド2xに一对一の関係で供給されている。インクジェット式ヘッドは、例えばオンデマンド型のピエゾジェット方式であれば、複数の加圧室を備えた圧力室基板の一方の面に振動板を備え、その振動板の加圧室に対応する位置に圧電性セラミック結晶が電極膜で挟持された圧電体素子を備えている。圧力室基板の他方の面にはノズル穴を設けたノズル板が貼り付けられている。加圧室にはタンクより導電性を向上させる流動体が供給されるようになっている。そして制御回路5からの吐出信号Shが圧電体素子の電極膜間に供給されることにより圧電体素子に体積変化が生ずると、加圧室内に圧力変化を生ずるようになっている。加圧室に圧力変化を生ずるとノズル穴から流動体の液滴が吐出されるようになっている。

【0034】なお上記インクジェット式ヘッド2xとしては、上記構成の他に発熱体により流動体に熱を加えその膨張によって液滴を吐出させるような気泡方式によるヘッド構成であってもよい。ただし流動体1xが熱などにより変質しないことが条件となる。

【0035】タンク31~3nは上記流動体11~1nをそれぞれ貯蔵し、パイプを通してそれぞれの流動体11~1nをインクジェット式ヘッド21~2nに供給可能に構成されている。もちろんレジスト材料を一種類に限定するなら、タンク、インクジェット式ヘッド、流動体とも複数する用意する必要はない。

【0036】搬送装置4は、モータ41、モータ42および図示しない回転運動→水平運動変換機構を備えている。モータ41は駆動信号Sxに応じてインクジェット式ヘッド2xをX軸方向(図1の横方向)に搬送可能に構成されている。モータM2は駆動信号Syに応じてインクジェット式ヘッド2xをY軸方向(図1の奥行き方向)に搬送可能に構成されている。ヘッドを上下方向、すなわちZ軸方向に搬送するモータと機構を備えていてもよい。なお搬送装置4は基板1に対するインクジェット式ヘッド2xの位置を相対的に変化可能な構成を備えていれば十分である。このため上記構成の他に、基板1がインクジェット式ヘッド2xに対して動くように基板の載置台を動かす構成を設けても、インクジェット式ヘッド2x基板1とをともに動かす構成を設けてもよい。

【0037】制御回路5は、例えばコンピュータ装置であり図示しないCPU、メモリ、インターフェース回路等を備える。制御回路5は所定のプログラムを実行することにより当該装置に本発明のパターン製造方法を実施させることが可能に構成されている。すなわち流動体の液滴10を吐出させる場合にはインクジェット式ヘッド21~2nのいずれかに吐出信号Sh1~Shnを供給し、当該ヘッドを移動させるときにはモータ41または42に駆動信号SxまたはSyを供給可能に構成されて

10

いる。また制御回路5にはメモリにパターン形成を指定するためのデータであるパターン位置情報が記憶されている。この情報はユーザによって入力されたりパターン図をスキャナ等で読み込むことによって解析され生成されたりするものである。

【0038】なおインクジェット式ヘッド2xから流動体の液滴10に対し固化処理を流動体塗布と並行して行わせる場合にはさらに固化装置6を備えていてもよい。固化装置6は制御回路5から供給される制御信号Spに対応して物理的、物理化学的、化学的処理を液滴10またはパターン形成面100に施すことが可能に構成されている。例えば熱風の吹き付け、レーザ照射、ランプ照射による加熱・乾燥処理、化学物質の投与による化学変化処理を行わせることが可能に構成されている。

【0039】(製造方法)次に、図3乃至図7に基づいて本実施形態のパターン製造方法を説明する。各図において(a)はパターンを形成する基板の製造工程断面図を示し、(b)はパターン形成面上から見た基板の平面図を示す。以下の説明では、ガラス基板に透明電極膜を形成する場合を例示する。このような基板は例えば表示パネルで多用されるものである。図3乃至図7に示すように本実施形態におけるパターン製造方法は、被エッチング層形成工程、流動体塗布工程、固化工程、エッチング工程および除去工程により構成されている。

【0040】被エッチング層形成工程(図3): 被エッチング層形成工程は、被エッチング層となる透明電極層101等を基板1上に形成する工程である。基板1は機械的強度があつて光透過性があり、物理的にかつ化学的に安定なもの、例えばガラスや石英を所定の形状に切削したものである。透明電極膜101は液晶等に電場を供給するための電極になるものである。透明電極の材料としては、導電性があり光透過性があるもの、例えばITOやメサを使用する。透明電極層101の形成方法は、スピナー法、スプレー法、ロールコーター法、ダイコート法等各種のコーティング法を使用する。この工程は本発明のパターン製造装置とは異なるコーティング装置で処理される。

【0041】流動体塗布工程(図4): 流動体塗布工程は本発明に係り、インクジェット方式によってレジスト材料を溶媒に溶かした流動体11~1nを透明電極膜101のパターン形成面100上に塗布する工程である。具体的処理を図2のフローチャートに示す。

【0042】まずユーザは入力装置を用いて制御回路5に条件を入力する(S1)。制御回路5は入力された条件に適合している流動体(10とする)を選択し、この流動体10が供給されているインクジェット式ヘッド2を特定する。もちろんユーザが手動で流動体11~1nのうちいずれかを選択してもよい。エッチング工程(図6)で使用するエッチャントやエッチング条件下でレジストパターンが壊されないように、レジスト材料を選択

(7)

11

しておくことも重要である。

【0043】次いでユーザは入力装置を用いて制御回路5に流動体の付着量を指定する(S2)。例えば形成したいレジスト層の厚みで指定する。制御回路5はこの付着量の指定にしたがってインクジェット式ヘッド2に供給する吐出信号Shや搬送装置4に供給する駆動信号Sx、Syを決める。すなわちユーザによって指定された付着量で流動体が付着されるように、インクジェット式ヘッド2から一回当たりに吐出される流動体10の液滴量、単位面積当たりに液滴が吐出される回数、パターン形成面上における流動体の液滴間のピッチを定める。一回当たりに吐出される流動体の液滴量は、例えば圧電体素子が体積変化に電圧依存性がある場合にはインクジェット式記録2ヘッドに加える吐出信号Shの電圧で制御できる。単位面積当たりに液滴が吐出される回数はインクジェット式ヘッド2の搬送速度とインクジェット式ヘッド2からの流動体吐出頻度との相関関係で決まる。パターン形成面上における流動体の液滴間のピッチも同様の関係で決まる。

【0044】次いで制御回路5はパターン位置情報を参照してパターン形状に流動体を指定された付着量で付着させていく(S3~S10)。パターン位置情報は、図8に示すように、パターンの始点や目標点、終点がパターンごとに座標値の集合として設定されたものである。図8(a)に示す第1のパターンP1は線分の連続となっており、線分の頂点に目標点P10~P15が設定されている。パターン形成時、制御回路5はある目標点と次の目標点との線分に沿ってインクジェット式ヘッド2を搬送しながら流動体を線分に沿って吐出していく。また曲線パターンについては、パターン位置情報として、曲線を短い線分の集合に分割してその頂点に目標点が設定してある。例えば図8(b)に示す曲線パターンP2では、ほぼ曲線に沿ってパターンが形成されるように目標点P20~P27が設定してある。さらに図8(c)に示す面積パターンP3では、ヘッドを往復させることにより面全体に流動体を塗布可能なように目標点P30~P43が設定してある。

【0045】上記パターン位置情報に基づいて、制御回路5は始点位置情報を読み取り始点位置上へインクジェット式ヘッド2を搬送する(S3)。次いで一つ先の目標点を読み取り(S4)、設定されたり判定されたりした液滴10の吐出頻度で流動体の吐出を開始する(S5)。そしてインクジェット式ヘッド2の搬送を開始する(S6)。目標座標に達しない限り(S7:NO)、インクジェット式ヘッド2の搬送を継続し(S6)、目標座標に達したら(S7:YES)、さらに次の目標点の設定されているか、すなわちパターンが終了か否かが判定される(S9)。パターンが継続している限り(S9:NO)、流動体10の吐出とヘッドの搬送を継続する(S4~S7)。パターンが終了したら、他に流動体

12

を付着させるべきパターンがあるか否かが検査される(S10)。他のパターンがある場合には(S10:YES)、そのパターンの形成が行われる(S3~S9)。

【0046】以上の処理により、パターン形成面100上に流動体10が適量付着したレジストパターン102が形成される。図4(b)では合計4パターンが形成されている。線状でないパターンや幅の広いパターンの場合にはインクジェット式ヘッド2の往復を繰り返して所望の幅になるようにパターン形成される。

【0047】固化工程(図5): 固化工程は、パターン形成面100上に形成されたレジストパターン102を固化させる工程である。制御回路5は例えば固化装置6に制御信号Spを供給してレジストパターン102を加熱する。固化処理は、溶媒成分を蒸発させ、パターン形成面との密着性を向上させることを目的とする。通常は加熱処理が一般的である。従来のようにプリベーク(前乾燥)とポストベークに分けて処理する必要がなく、一気に溶媒成分を蒸発させ密着性を向上させることができる。加熱処理を実施するには、エキシマレーザ等の高エネルギーレーザ光を照射したりエキシマランプ等を照射したりする。また赤外線やマイクロ波等の電磁波を供給して加熱してもよい。またこのパターン製造装置から基板を取り出し、電気炉等で直接的に加熱してもよい。固化処理としては加熱処理の他に化学的処理を適用できる。すなわちレジスト材料と化学反応を引き起こすような化合物をインクジェット方式でパターンに重ねて塗布することで、固形の化合物を析出させてパターンとする方法である。なお流動体の付着作業と並行して付着作業が済んだレジストパターンに順次レーザ光を照射する等して固化処理を行ってもよい。以上の固化処理により、レジスト材料が固化したレジストパターン102が形成される。この処理が終われば基板1を傾けたりしてもパターンが崩れることはない。

【0048】エッチング処理(図6): エッチング工程は、レジストパターン102上からエッチングを行ってレジストパターンの形状に被エッチング層101をエッチングする工程である。エッチング方法には、被エッチング層の材料に応じてウェットエッチングやドライエッチング等の公知のエッチング法を適用する。例えば透明電極をエッチングするなら、エッチャントにフッ酸などを使用する。このエッチング工程によりレジストパターン102の通りに透明電極膜101が除去される。

【0049】除去工程(図7): 除去工程はエッチングが終了した基板から不要になったレジストパターンを除去する工程である。エッチングが終わったらレジストパターン102は不要なので、レジスト材料を溶かすような溶剤でレジストパターンを除去する。例えば120℃から130℃に加熱したフェノールとハロゲン系の有機溶剤を主成分とする剥離剤や熱濃硫酸、発煙硝酸、硫

(8)

13

酸一過酸化水素等の強酸に浸漬して剥離する。

【0050】上述したように本実施形態によれば、インクジェット方式により局所的にレジスト材料を設けることができるので、レジスト材料の浪費が少ない。またレジスト材料の付着量を液滴単位で制御できるので、過剰にレジスト材料を使用することもない。さらにレジスト材料が感光性である必要がないので、従来用いることのできなかった材料をレジスト材料として使用することも可能である。

【0051】（その他の変形例）本発明は上記実施形態によらず種々に変形して適用することが可能である。例えば上記した工程ではガラス等の基板に対し透明電極膜をパターンニングするものであったが、これに拘ることなく従来リソグラフィで形成されてきたあらゆるパターン形成に本発明を適用することができる。例えばディスクリート部品を載置する基板や半導体回路のパターンニングに適用することにより、アッセンブリ基板やICやLSI等の半導体を、小型の設備により低い製造コストで複雑な工程管理を要することなく形成可能である。さらにパターン形成面に形成されるパターンは電気回路に限らず、機械的なまたは意匠的な目的でパターン形成面に形成されるものでよい。安価な設備で容易に微細パターンを形成できるというインクジェット方式の利点をそのまま享受させることができるからである。例えば従来印刷装置によって行っていた特殊な材料を用いた文字形成にも適用可能である。

【0052】また、上記インクジェット方式による流動体の吐出前にパターン形成面に対し表面改質処理を前もって行ってもよい。表面処理により流動体の密着性が向上する。例えばパターン形成面が親和性を備えるように表面改質する処理としては、流動体の極性分子の有無に応じて、シランカップリング剤を塗布する方法、アルゴン等で逆スパッタをかける方法、コロナ放電処理、プラズマ処理、紫外線照射処理、オゾン処理、脱脂処理等、公知の種々の方法を適用する。流動体が極性分子を含まない場合には、シランカップリング剤を塗布する方法、酸化アルミニウムやシリカ等の多孔質膜を形成する方法、アルゴン等で逆スパッタをかける方法、コロナ放電処理、プラズマ処理、紫外線照射処理、オゾン処理、脱脂処理等、公知の種々の方法を適用可能である。

【0053】

【発明の効果】本発明によれば、レジストを局所的に設ける工程を備えたので、レジスト材料の無駄を無くしリソグラフィ法で行う場合と比べ大幅に工数を削減し、これにより製造原価を下げることができる。

【0054】本発明によれば、レジストの厚みを調整す

14

る具体的な選択肢を提示したので、これらの方法の中から最も適する方法を思料することにより、レジスト材料の無駄と工数の削減を図り、製造原価を下げるができる。

【0055】本発明によれば、レジストを局所的に設けるための流動体の条件を提示したので、この条件を満たす範囲であればレジストとして使用可能となり、レジスト選択の制限を拡大することができる。

【0056】本発明によれば、レジストを局所的に設けるための組成を具体的に提示することにより、利用者におけるレジスト選択の余地を拡大することができる。

【0057】本発明によれば、レジストを局所的に設けることのできる製造装置を提供したので、この装置を用いてレジスト形成を行えばレジスト材料の無駄と工数の削減を図り、製造原価を下げるができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態におけるパターン製造装置の構成図である。

【図2】実施形態におけるパターン製造方法を説明するフローチャートである。

【図3】被エッチング層形成工程の説明図であり、(a)は基板断面図、(b)は基板平面図である。

【図4】流動体付着工程の説明図であり、(a)は基板断面図、(b)は基板平面図である。

【図5】固化工程の説明図であり、(a)は基板断面図、(b)は基板平面図である。微粒子を含んだ流動体を用いた場合の吐出工程である。

【図6】エッチング工程の説明図であり、(a)は基板断面図、(b)は基板平面図である。微粒子を含んだ流動体を用いた場合の加熱工程である。

【図7】除去工程の説明図であり、(a)は基板断面図、(b)は基板平面図である。接着剤を用いた場合の接着膜形成工程である。

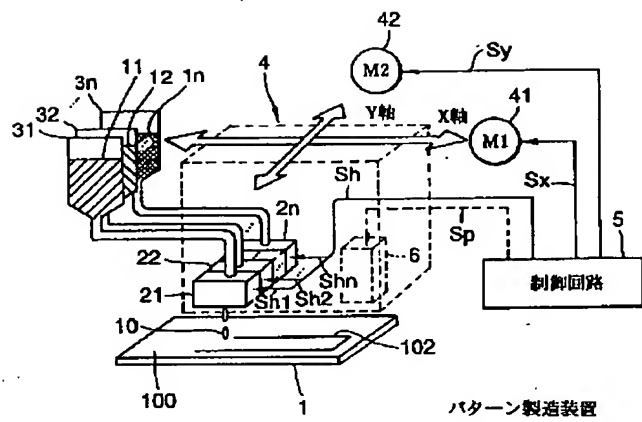
【図8】パターン位置情報の説明図である。

【符号の説明】

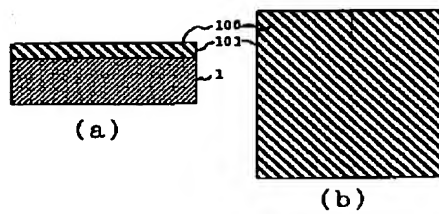
- 1…基板
- 2、2x、21～2n…インクジェット式ヘッド
- 3、3x、31～3n…処理装置
- 4…搬送装置
- 5…制御回路
- 6…固化装置
- 1x、11～1n…流動体（パターン形成材料）
- 100…パターン形成面
- 101…透明電極膜
- 102…レジストパターン

(9)

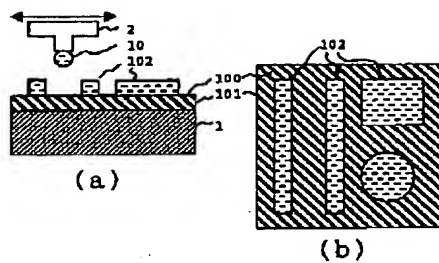
【图 1】



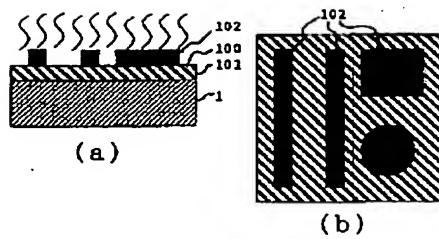
【図 3】



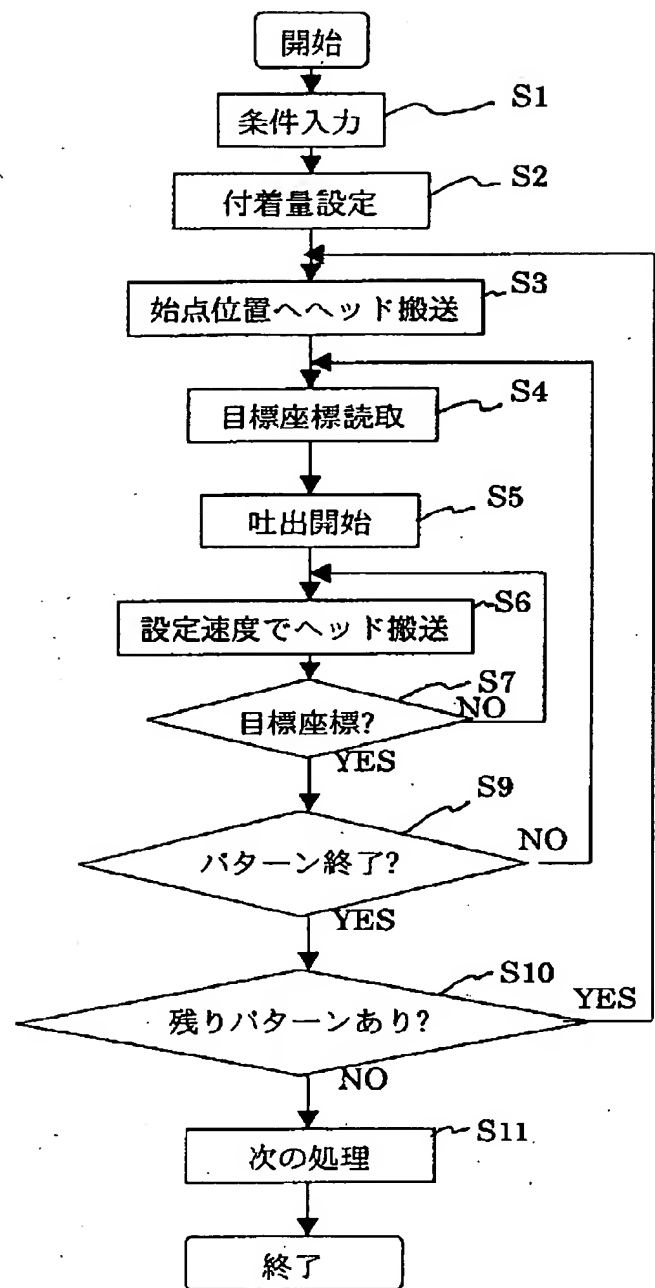
【図 4】



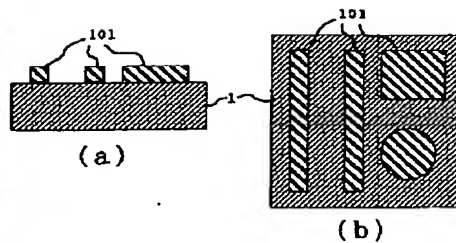
【図 5】



【図 2】

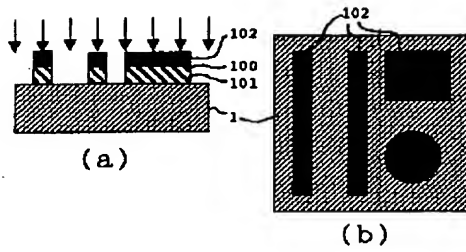


【図 7】



(10)

【図6】



【図8】

